

# Manufacturing heat sink for electrical components involves structuring metallisation on at least one of two or more substrates with metallisation and channel openings on ceramic layer

**Publication number:** DE19956565  
**Publication date:** 2001-05-31  
**Inventor:** KRAUSE VOLKER (DE); ULLMANN CHRISTOPH (DE)  
**Applicant:** LASERLINE GES FUER ENTWICKLUNG (DE)  
**Classification:**  
- international: H01L21/48; H01L23/373; H01L23/473; H01S5/024; H01S5/40; H01L21/02; H01L23/34; H01S5/00; (IPC1-7): H01L23/473; H01L23/15; H01S5/024  
- European: H01L21/48C5P; H01L23/373L; H01L23/473; H01S5/024  
**Application number:** DE19991056565 19991124  
**Priority number(s):** DE19991056565 19991124

Report a data error here

## Abstract of DE19956565

The method involves making the heat sink with at least two ceramic layers (1) and several metal layers (4-7). At least the ceramic layers are directly bonded to the bounding metal layers with openings forming coolant channels. At least one of two or more direct copper bond technology or DCB substrates (1a,1b) with metallisation and channel openings on both sides of a ceramic layer has structured metallisation to form cooling structures. Independent claims are also included for the following: a heat sink or cooler for electrical components.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 56 565 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:  
**H 01 L 23/473**  
H 01 S 5/024  
H 01 L 23/15

②① Aktenzeichen: 199 56 565.1  
②② Anmeldetag: 24. 11. 1999  
④③ Offenlegungstag: 31. 5. 2001

**DE 199 56 565 A 1**

⑦① Anmelder:  
Laserline Gesellschaft für Entwicklung und Vertrieb  
von Diodenlasern mbH, 56070 Koblenz, DE

⑦④ Vertreter:  
Patentanwälte Wasmeier, Graf, 93055 Regensburg

⑦② Erfinder:  
Krause, Volker, 56203 Höhr-Grenzhausen, DE;  
Ullmann, Christoph, Dr., 53604 Bad Honnef, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 196 05 302 A1  
WO 96 26 560 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- ⑤④ Verfahren zum Herstellen einer Wärmesenke für elektrische Bauelemente sowie Wärmesenke oder Kühler für elektrische Bauelemente
- ⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf ein neuartiges Verfahren zum Herstellen einer Wärmesenke für elektrische Bauelemente sowie Wärmesenke oder Kühler für elektrische Bauelemente.

**DE 199 56 565 A 1**

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren gemäß Oberbegriff Patentanspruch 1 sowie auf eine Wärmesenke gemäß Oberbegriff 9.

Mit Wasser gekühlte Wärmesenken zum Kühlen von elektrischen Bauelementen, insbesondere auch von Laserdioden sind bekannt. In der Praxis bestehen diese Wärmesenken aus Metall, beispielsweise Kupfer, und sind beispielsweise durch Verbonden bzw. flächiges Verbinden von strukturierten Kupferplatten oder Folien, die eine Dicke von einigen 100 µm aufweisen hergestellt. Die Strukturen der Kupferfolien sind dabei so gewählt, daß sich ein verzweigtes Kanalsystem (Kühlerstrukturen) ergibt, welches von dem Kühlmedium durchströmt wird.

Diese Wärmesenken können dann auch gestapelt in einer Kühleranordnung vorgesehen sein, wobei auf jeder Wärmesenke wenigstens ein Bauelement, z. B. eine Laserdiode oder ein Laserdiodenbarran angeordnet ist. Über durch die Wärmesenken hindurchreichende Kanäle sind die einzelnen Kühlerstrukturen an den Kreislauf des Kühlmediums angeschlossen und werden parallel mit diesem versorgt.

Ein gewisser Nachteil besteht bei diesen Wärmesenken aus reinem Metall darin, daß eine erhebliche Abweichung zwischen dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Wärmesenke und Halbleiter- oder Chipmaterial (z. B. GaAs) besteht. Hierdurch kommt es insbesondere im Verlauf von Ein- und Ausschaltzyklen der Laserdioden zu erheblichen mechanischen Spannungen im Chipmaterial bzw. in der Verbindung (insbesondere Lötverbindung) zwischen Chipmaterial und Wärmesenke.

Es wurde daher bereits vorgeschlagen (EP 96 90 28 74) die Schichten in solchen Wärmesenken teilweise aus einem Material herzustellen, dessen thermischer Ausdehnungskoeffizient kleiner ist als der entsprechende Ausdehnungskoeffizient von Metall und das damit eine Anpassung des thermischen Ausdehnungskoeffizienten der gesamten Wärmesenke an das Halbleitermaterial bewirken.

Eine Wärmesenke mit Anpassung des Ausdehnungskoeffizienten an das Chipmaterial wird nachstehend als "thermisch angepaßte Wärmesenke" bezeichnet.

Bekannt ist es, die zum Herstellen von Leiterbahnen, Anschlüssen usw. benötigte Metallisierung auf einer Keramik, z. B. auf einer Aluminium-Oxid-Keramik oder Aluminium-Nitrid-Keramik mit Hilfe des sogenannten nDCB-Verfahrens (Direct-Copper-Bond-Technology) herzustellen, und zwar unter Verwendung von die Metallisierung bildenden Metall- bzw. Kupferfolien oder Metall- bzw. Kupferblechen, die an ihren Oberflächenseiten eine Schicht oder einen Überzug (Aufschmelzschicht) aus einer chemischen Verbindung aus dem Metall und einem reaktiven Gas, bevorzugt Sauerstoff aufweisen. Bei diesem beispielsweise in der US-PS 37 44 120 oder in der DE-PS 23 19 854 beschriebenen Verfahren bildet diese Schicht oder dieser Überzug (Aufschmelzschicht) ein Eutektikum mit einer Schmelztemperatur unter der Schmelztemperatur des Metalls (z. B. Kupfers), so daß durch Auflegen der Folie auf die Keramik und durch Erhitzen sämtlicher Schichten diese miteinander verbunden werden können, und zwar durch Aufschmelzen des Metalls bzw. Kupfers im wesentlichen nur im Bereich der Aufschmelzschicht bzw. Oxidschicht.

Dieses DCB-Verfahren weist dann z. B. folgende Verfahrensschritte auf:

- Oxidieren einer Kupferfolie derart, daß sich eine gleichmäßige Kupferoxidschicht ergibt;
- Auflegen des Kupferfolie auf die Keramikschicht;
- Erhitzen des Verbundes auf eine Prozeßtemperatur

zwischen etwa 1025 bis 1083°C, z. B. auf ca. 1071°C;  
- Abkühlen auf Raumtemperatur.

Grundsätzlich kann dieses Verfahren (als Direct Bonding Verfahren) auch bei Metallisierungen aus anderen Metallen angewendet werden.

Ein nach einem solchen Verfahren hergestelltes Keramiksubstrat wird im Sinne der Erfindung als "DCB-Substrate bezeichnet, und zwar auch dann, wenn die Metallisierungen nicht aus Kupfer bestehen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren aufzuzeigen, mit dem besonders einfach und preiswerter Weise eine thermisch angepaßte Wärmesenke hergestellt werden kann. Zur Lösung dieser Aufgabe sind ein Verfahren entsprechend dem Patentanspruch 1 und eine Wärmesenke entsprechend dem Patentanspruch 9 ausgebildet.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die jeweiligen Wärmesenke durch Verbinden wenigstens zweier DCB-Substrate zu einem Stapel hergestellt, und zwar unter Verwendung einer geeigneten Verbindungstechnik, beispielsweise ebenfalls durch eine Direct-Bonding-Technik oder aber Löttechnik.

Keramiksichten sind bevorzugt solche mit hoher Wärmeleitfähigkeit, d. h. z. B. solche aus Aluminiumnitrid. Die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Wärmesenke ist insbesondere in bezug auf das für Laserdioden verwendet Halbleitermaterial (GaAs) optimal thermisch angepaßt. Ein weiterer, wesentlicher Vorteil besteht auch darin, daß bei dem erfindungsgemäßen Verfahren Dehnungsunterschiede der einzelnen Teile beim Bonden bzw. Herstellen nicht auftreten, die Wärmesenke hinsichtlich der Schichtfolge und Schichtdicke der Metallisierungen beidseitig von den Keramiksichten symmetrisch ausgeführt ist und somit insbesondere auch keine Verwölbungen der Wärmesenke bei Temperaturschwankungen, beispielsweise bei getaktetem Betrieb der Halbleiterbauelemente auftreten können. Dies ist besonderes wesentlich, wenn die Wärmesenke für Laserdioden verwendet wird, da temperaturbedingte Verwölbungen der Wärmesenke zu nicht erwünschten Strahlabweichungen führen.

Etwaige Beeinträchtigungen dieses symmetrischen Aufbaus, die sich aus der Strukturierung der Metallisierungen für die Kühlstrukturen ergeben, können durch entsprechende Strukturierungen der übrigen Metallisierungen oder durch deren Dimensionierung leicht kompensiert werden.

Da die Keramiksichten nicht leitend sind, kann es zweckmäßig sein, in jeder Keramiksicht wenigstens eine Durchkontaktierung vorzusehen, über die die Metallisierungen miteinander verbunden sind, um so einen Stromfluß zwischen Oberseite und Unterseite der jeweiligen Wärmesenke und damit auch zwischen den Wärmesenken einer mehrere solche Wärmesenken im Stapel enthaltenen Kühleranordnung zu ermöglichen. Über die Durchkontaktierungen sind dann beispielsweise sämtliche Metallsichten oder Metallisierungen der Wärmesenke elektrisch miteinander verbunden. Grundsätzlich besteht aber auch die Möglichkeit, die Durchkontaktierungen bei entsprechender Strukturierung der Metallisierung so auszuführen, daß zwar die äußeren Metallisierungen elektrisch miteinander verbunden sind, die zwischen den beiden äußeren Keramiksichten angeordneten Metallisierungen aber zumindest an ihren die Kühlkanäle oder Strukturen sowie die Kanäle zum Zuführen und Abführen des Kühlmediums bildenden Bereichen elektrisch von den äußeren Metallisierungen getrennt sind.

Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche. Die Erfindung wird im folgenden anhand der Figuren an Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zei-

gen:

**Fig. 1** in vereinfachter perspektivischer Darstellung eine Mikrokanal-Wärmesenke gemäß der Erfindung;

**Fig. 2** die Wärmesenke in Seitenansicht sowie teilweise im Schnitt;

**Fig. 3** eine Draufsicht auf die Wärmesenke der **Fig. 1** und **2**;

**Fig. 4** und **5** jeweils eine eine Zwischenschicht der Wärmesenke der **Fig. 1** und **2** bildende strukturierte Metallisierung in zwei unterschiedlichen Ausführungsformen;

**Fig. 6** in vereinfachter perspektivischer Darstellung zwei DCB-Substrate vor ihrer Verbindung zu der Wärmesenke der **Fig. 1** und **2**;

**Fig. 7** in einer Darstellung ähnlich **Fig. 2** eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Mikrokanal-Wärmesenke.

Die in den **Fig. 1–6** allgemein mit **1** bezeichnete Mikrokanal-Wärmesenke dient zum Kühlen von elektrischen Leistungsbaulementen **2**, beispielsweise zum Kühlen von Laser-Dioden oder Laserdiodenbarren mit einer Vielzahl von Laserlicht aussendenden Emittern. Dieses Halbleiterbauelement **2** ist bei der dargestellten Ausführungsform an der Oberseite der Wärmesenke **1** vorgesehen, und zwar in der Nähe einer Schmalseite der in Draufsicht rechteckförmigen Wärmesenke.

Die Wärmesenke **1** besteht aus zwei DCB-Substraten **1a** und **1b**. Jedes DCB-Substrat **1a** bzw. **1b** besteht aus einer dünnen Keramikplatte oder Keramikschicht **3**, beispielsweise aus einer Schicht **3** aus einer Aluminiumnitrid-Keramik. Die Keramikschicht **3** ist beidseitig mit einer Metallisierung versehen, und zwar die Keramikschicht **3** des DCB-Substrates **1a** mit den Metallisierungen **4** und **5** und die Keramikschicht **3** des Substrates **1b** mit den beiden Metallisierungen **6** und **7**. Die Metallisierungen bestehen jeweils aus einer Metallfolie, die durch die Direct-Bonding-Technik flächig mit der zugehörigen Keramikschicht **3** verbunden ist. Bevorzugt sind die Metallisierungen **4–7** von Kupferfolien gebildet, die dann mit der DCB-Technik (Direct-Copper-Bonding) flächig mit der zugehörigen Keramikschicht **3** verbunden sind.

Wie in der **Fig. 2** dargestellt ist, schließen die beiden DCB-Substrate **1a** und **1b** an den Metallisierungen **5** und **6** stapelartig aneinander an, d. h. auch diese Metallisierungen **5** und **6** sind an ihren einander zugewandten Oberflächenseiten flächig und dicht miteinander verbunden, beispielsweise ebenfalls unter Verwendung der DCB-Technik oder aber einer anderen, dem Fachmann bekannten Technik, beispielsweise durch Lötens usw..

Bei der dargestellten Ausführungsform bildet das Substrat **1a** bzw. dessen Metallisierung **4** die Oberseite der Wärmesenke **1**. Auf einer durch Strukturierung der Metallisierung **4** geschaffenen Kontakt- und Montagefläche ist das Bauelement **2** beispielsweise durch Auflöten befestigt.

Die Wärmesenke **1** wird beispielsweise in einer Kühleranordnung zusammen mit mehreren gleichartigen Wärmesenken in einem Stapel verwendet. Zum Zuführen und Abführen eines Kühlmediums in die bzw. aus der Wärmesenke **1** sind dort zwei mit ihren Achsen senkrecht zu den Oberflächenseiten der Keramikschichten **3** und der Metallisierungen **4–7** orientierte Kanäle vorgesehen, die bei der dargestellten Ausführungsform durchgehend ausgebildet sind, d. h. sowohl an der Oberseite als auch an der Unterseite der Wärmesenke **1** offen sind, so daß die Wärmesenke in der vorbeschriebenen Weise im Stapel mit mehreren gleichartigen Wärmesenken verwendet werden kann.

Die Kanäle **8** und **9** sind jeweils von mehreren, deckungsgleich angeordneten Öffnungen in den Keramikschichten **3** und den Metallisierungen **4–7** gebildet, und zwar der Kanal

**8** von den Öffnungen **10** in den Metallisierungen **4–7** und den Öffnungen **11** in den Keramikschichten **3** und der Kanal **9** von den Öffnungen **12** in den Metallisierungen **4–7** und den Öffnungen **13** in den Keramikschichten **3**. Die in den die Oberseite bzw. Unterseite der Wärmesenke **1** bildenden Metallisierungen **4** und **7** vorgesehenen Öffnungen **10** und **12** sind so strukturiert, daß in diesen Öffnungen Sitze für Dichtungs- oder O-Ringe gebildet sind, die die Kanäle **8** und **9** an den Übergängen zwischen zwei im Stapel benachbarten Wärmesenken **1** bzw. zu einer nicht dargestellten Abschluß- oder Anschlußplatte der Kühlanordnung hin abdichten.

Wie die **Fig. 4** und **5** zeigen, sind die Metallisierungen **5** und **6**, die zwischen den beiden Keramikschichten **3** vorgesehen sind und daher auch als "Zwischenschicht" bezeichnet werden können, zusätzlich strukturiert, und zwar derart, daß diese Metallisierungen mit den Kanälen **8** und **9** bzw. den Öffnungen **10** und **12** in Verbindung stehende bzw. an diese Kanäle angeschlossene Kühlkanalstrukturen bilden, die von dem Kühlmedium durchströmt werden, und zwar z. B. bei der in der **Fig. 4** dargestellten Ausführung die beiden Kühlkanalabschnitte **14** und bei der in der **Fig. 5** dargestellten Ausbildung die Kühlkanalabschnitte **15** und **16**, die in die Öffnung **10** bzw. **12** mit einem Ende münden und an ihrem anderen Ende über eine Kühlkanalstruktur **17** miteinander in Verbindung stehen.

Die Metallisierungen **5** und **6** sind zur Bildung der Kühlkanalabschnitte **14** bzw. **15** und **16** und der Kühlkanalstruktur **17** bei der dargestellten Ausführungsform so strukturiert, daß im Bereich dieser Kühlkanalabschnitte **14–16** und der Kühlkanalstruktur **17** das Metall der jeweiligen Metallisierung **5** bzw. **6** nicht vollständig entfernt ist, d. h. zwischen dem Boden des jeweiligen Kühlkanalabschnitts **14–16** bzw. der Kühlkanalstruktur **17** und der benachbarten Keramikschicht **3** noch das Metall der Metallisierung **5** bzw. **6** mit einer vorgegebenen Schichtdicke vorhanden ist. Die Öffnungen **10** und **12** sind selbstverständlich durch die betreffende Metallisierung **4–7** durchgehend ausgeführt.

Die Herstellung der Wärmesenke **1** erfolgt beispielsweise derart, daß zunächst die beiden DCB-Substrate **1a** und **1b** getrennt hergestellt werden, und zwar beispielsweise unter Verwendung von Keramikplatten oder Schichten **3**, die bereits mit den Öffnungen **11** und **13** versehen sind. Auf die Keramikschichten **3** werden dann jeweils in einem DCB-Prozeß die Metallisierungen **4** und **5** bzw. **6** und **7** aufgebracht. Anschließend werden in einem vorzugsweise zweistufigen Strukturier-Verfahren die Öffnungen **10** und **12** sowie die Kühlkanalstrukturen eingebracht, d. h. z. B. die Kühlkanalabschnitte **14–16** und die Kühlkanalstruktur **17**. Für dieses Strukturieren wird beispielsweise eine Maskierungs- und Ätztechnik verwendet, bei der dann z. B. in einem ersten Schritt die Öffnungen **10** und **12** und in einem zweiten Schritt die Kühlkanalstrukturen **14–16** und **17** erzeugt werden.

Nach dem Herstellen der beiden DCB-Substrate **1a** und **1b** werden diese in der **Fig. 6** angedeuteten Weise zusammengeführt und miteinander verbunden, wobei bei der in den **Fig. 4** und **5** dargestellten Strukturierung die Ausbildung so getroffen ist, daß die Strukturierung der Metallisierungen **5** und **6** jeweils identisch ist und beide Metallisierungen mit ihren Strukturierungen deckungsgleich angeordnet sind, so daß sich die Strukturen in diesen Metallisierungen zu Kühlkanälen und/oder Kühlerstrukturen ergänzen.

Durch die Keramikschichten **3** sind die äußeren Metallisierungen **4** und **7** von den innenliegenden Metallisierungen **5** und **6** und damit auch voneinander elektrisch getrennt. Dies ist vielfach nicht erwünscht, und zwar insbesondere dann, wenn über die Metallisierungen elektrische Verbindungen zu dem jeweiligen Bauelement **2** notwendig sind.

Mit **18** sind Durchkontaktierungen bezeichnet, die bei der Herstellung der DCB-Substrate **1a** bzw. **1b** z. B. durch Verwendung von in Öffnungen der Keramikschichten **3** eingesetzte Metallkörper erzeugt werden.

Die **Fig. 7** zeigt als weitere mögliche Ausführungsform eine Wärmesenke **19**, die sich von der Wärmesenke **1** im wesentlichen dadurch unterscheidet, daß zwischen den beiden DCB-Substraten **1a** und **1b** ein weiteres DCB-Substrat **1c** vorgesehen ist, welches ebenfalls aus der Keramikschicht **3** besteht, die an ihren beiden Oberflächenseiten jeweils mit einer strukturierten Metallisierung **5a** und **6a** versehen ist, die den Metallisierungen **5** und **6** entsprechen.

Die Herstellung der Wärmesenke **19** erfolgt in der gleichen Weise, wie dies oben für die Wärmesenke **1** beschrieben wurde, d. h. zunächst werden die einzelnen DCB-Substrate **1a**, **1b** und **1c** gefertigt, und zwar beispielsweise wiederum mit den Öffnungen **11** und **13** in den Keramikschichten **3**. Anschließend werden die Metallisierungen in der erforderlichen Weise strukturiert und die DCB-Substrate dann stapelartig miteinander derart verbunden, daß die Metallisierungen **5** und **5a** bzw. **6** und **6a** dicht aneinander anschließend, flächig miteinander verbunden sind, und zwar selbstverständlich außerhalb der durch die Strukturierung erzeugten Öffnungen, Kühlkanal- und Kühlstrukturabschnitte.

Die Erfindung wurde voranstehend an Ausführungsbeispielen beschrieben. Es versteht sich, daß zahlreiche Änderungen sowie Abwandlungen möglich sind, ohne daß dadurch der der Erfindung zugrundeliegende Erfindungsgedanke verlassen wird. So ist es beispielsweise möglich, die Öffnungen **11** und **13** in den Keramikschichten erst nachträglich nach dem Aufbringen der Metallisierungen und nach einem zumindest teilweise Strukturieren dieser Metallisierungen einzubringen, und zwar z. B. durch Laserschneiden.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b> Wärmesenke	
<b>1, 1a, 1b</b> DCB-Substrat	
<b>2</b> Bauelement	
<b>3</b> Keramikschicht	
<b>4, 5, 5a</b> Metallisierung	
<b>6, 6a, 7</b> Metallisierung	
<b>8, 9</b> Kanal	
<b>10, 12</b> Öffnung in Metallisierung	
<b>11, 13</b> Öffnung in Keramikschicht	
<b>14, 15, 16</b> Kühlkanalabschnitt	
<b>17</b> Kühlkanalstruktur	
<b>18</b> Durchkontaktierung	
<b>19</b> Wärmesenke	

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer Wärmesenke (**1, 19**) für elektrische Bauelemente (**2**), insbesondere für Laserdioden oder Laserdiodenbarren, wobei die Wärmesenke aus wenigstens zwei Keramikschichten (**3**) und mehreren Metallschichten (**4-7; 5a, 6a**) besteht, wobei zumindest die Keramikschichten (**3**) mit den jeweils angrenzenden Metallschichten durch ein Direct-Bonding-Verfahren miteinander verbunden sind, und wobei in die Keramikschichten (**3**) und Metallschichten Öffnungen zur Bildung von Kanälen (**8, 9**) zum Zuführen und/oder Abführen eines Kühlmediums sowie auch von dem Kühlmedium durchströmbare Kühlstrukturen (**14-17**) eingebracht sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß von wenigstens zwei DCB-Substraten (**1, 1a, 1b**), die an einer Keramikschicht (**3**) beidseitig mit einer

Metallisierung (**4-7; 5a, 6a**) sowie mit die Kühlmediumkanäle (**8, 9**) bildenden Öffnungen (**10-13**) versehen sind, zumindest eines an wenigstens einer Metallisierung zur Bildung der Kühlstrukturen strukturiert und anschließend mit dieser strukturierten Metallisierung flächig mit der Metallisierung eines zweiten DCB-Substrates verbunden wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens zwei DCB-Substrate (**1a, 1b, 1c**) jeweils an wenigstens einer Metallisierung zur Bildung der Kühlkanalstrukturen strukturiert und mit diesen Metallisierungen flächig miteinander verbunden werden.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbinden der wenigstens zwei DCB-Substrate (**1a, 1b, 1c**) durch die Direct-Bonding-Technik erfolgt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbinden der wenigstens zwei DCB-Substrate (**1a, 1b, 1c**) durch eine Löt-Technik erfolgt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens drei DCB-Substrate (**1a, 1b, 1c**) zu der Wärmesenke (**19**) über ihre Metallisierungen stapelartig verbunden werden, und daß vor dem Verbinden diese Metallisierungen zumindest teilweise zur Bildung von Kühlkanalstrukturen strukturiert werden.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die die Kanäle zum Zuführen und/oder Abführen des Kühlmediums bildenden Öffnungen (**10-13**) beim Herstellen der DCB-Substrate (**1a, 1b, 1c**) vor deren Verbindung zu der Wärmesenke erzeugt werden.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß DCB-Substrate (**1a, 1b, 1c**) jeweils hinsichtlich ihrer Metallisierungen (**4-7; 5a, 6a**) symmetrisch oder annähernd symmetrisch zur zugehörigen Keramikschicht (**3**) ausgebildet werden.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die äußeren Metallisierungen (**4, 7**) elektrisch mit einander verbunden werden.

9. Wärmesenke für elektrische Bauelemente (**2**), insbesondere für Laserdioden oder Laserdiodenbarren, wobei die Wärmesenke aus wenigstens zwei Keramikschichten (**3**) und mehreren Metallschichten (**4-7; 5a, 6a**) besteht, wobei zumindest die Keramikschichten (**3**) mit den jeweils angrenzenden Metallschichten durch ein Direct-Bonding-Verfahren miteinander verbunden sind, und wobei in die Keramikschichten (**3**) und Metallschichten Öffnungen zur Bildung von Kanälen (**8, 9**) zum Zuführen und/oder Abführen eines Kühlmediums sowie auch von dem Kühlmedium durchströmbare Kühlstrukturen (**14-17**) eingebracht sind, dadurch gekennzeichnet, daß von wenigstens zwei DCB-Substraten (**1, 1a, 1b**), die an einer Keramikschicht (**3**) beidseitig mit einer Metallisierung (**4-7; 5a, 6a**) sowie mit die Kühlmediumkanäle (**8, 9**) bildenden Öffnungen (**10-13**) versehen sind, zumindest eines an wenigstens einer Metallisierung zur Bildung der Kühlstrukturen strukturiert und anschließend mit dieser strukturierten Metallisierung flächig mit der Metallisierung eines zweiten DCB-Substrates verbunden ist.

10. Wärmesenke nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens zwei DCB-Substrate (**1a, 1b, 1c**) jeweils an wenigstens einer Metallisierung zur

Bildung der Kühlkanalstrukturen strukturiert und mit diesen Metallisierungen flächig miteinander verbunden sind.

11. Wärmesenke nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens zwei DCB-Substrate (1a, 1b, 1c) durch die Direct-Bonding-Technik mit einander verbunden sind. 5

12. Wärmesenke nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens zwei DCB-Substrate (1a, 1b, 1c) durch eine Löt-Technik mit einander verbunden sind. 10

13. Wärmesenke nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens drei DCB-Substrate (1a, 1b, 1c) zu der Wärmesenke (19) über ihre Metallisierungen stapelartig verbunden sind, und daß diese Metallisierungen vor dem Verbinden zumindest teilweise zur Bildung von Kühlkanalstrukturen strukturiert sind. 15

14. Wärmesenke nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß DCB-Substrate (1a, 1b, 1c) jeweils hinsichtlich ihrer Metallisierungen (4-7; 5a, 6a) symmetrisch oder annähernd symmetrisch zur zugehörigen Keramikschicht (3) ausgebildet sind. 20

15. Wärmesenke nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die äußeren Metallisierungen (4, 7) elektrisch mit einander verbunden sind, und daß die dazwischen liegenden Metallisierungen zumindest mit ihren Bereichen, in denen Kühlmedium führende Kanäle oder Strukturen gebildet sind, elektrisch von den äußeren Metallisierungen getrennt sind. 25 30

16. Wärmesenke nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie Teil einer mehrere Wärmesenken (1, 19) im Stapel enthaltenden Kühleranordnung ist. 35

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

---

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -













